



【特許請求の範囲】

【請求項1】 片面成形型上に強化繊維基材と樹脂拡散通路形成部材とを配置する配置工程と、成形型の成形面全体をバッグ材で覆うバギング工程と、成形型とバッグ材で囲まれた成形部を吸引により減圧する減圧工程と、成形型を含め成形部全体を熱風により所定の温度に加熱する熱風加熱工程と、前記減圧された成形部に熱硬化性樹脂を注入し、前記樹脂拡散通路形成部材を介して注入樹脂を拡散させつつ前記強化繊維基材に含浸する樹脂注入・拡散・含浸工程と、前記熱硬化性樹脂の硬化に必要な温度に保つ保温工程と、を有することを特徴とする、FRP製大型面状体の製造方法。

【請求項2】 前記樹脂拡散通路形成部材として、シート状の樹脂拡散媒体を用いる、請求項1のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項3】 前記樹脂拡散通路形成部材として、樹脂通路用溝が形成されたコア材を用いる、請求項1または2のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項4】 最大長さ5m以上の面状体を成形する、請求項1ないし3のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項5】 最大幅2m以上の面状体を成形する、請求項1ないし4のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項6】 前記強化繊維基材が炭素繊維の織物を含む、請求項1ないし5のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項7】 前記強化繊維基材を複数枚積層配置する、請求項1ないし6のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項8】 前記強化繊維基材同士が部分的に互いに固定されている、請求項7のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項9】 前記熱硬化性樹脂として、ガラス転移温度が120°C以上の高耐熱性樹脂を用いる、請求項1ないし8のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項10】 前記成形型を熱風により昇温させながら樹脂を注入する、請求項1ないし9のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項11】 前記成形型の温度が100°C以下のときに樹脂の注入を開始し、100°C以上で樹脂を硬化させる、請求項1ないし10のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項12】 複数の減圧吸引口を介して成形部を減圧し、複数の樹脂注入口から樹脂を注入する、請求項1ないし11のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製

造方法。

【請求項13】 複数の樹脂注入口からの樹脂注入開始のタイミングをずらす、請求項12のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項14】 樹脂槽を成形面より高い位置に配置して、樹脂の吐出圧を高める、請求項1ないし13のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項15】 注入された樹脂がゲル化するまで減圧吸引口より吸引し続ける、請求項1ないし14のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項16】 前記樹脂拡散通路形成部材を成形品内に残す、請求項1ないし15のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【請求項17】 前記樹脂拡散通路形成部材を成形後に成形品から剥離除去する、請求項1ないし15のいずれかに記載のFRP製大型面状体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、FRP製大型面状体の製造方法に関し、とくに、航空機用部材等の最大長さ5m以上にも及ぶ大型の面状体をFRP（繊維強化プラスチック）にて効率よく安価に成形する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】FRP、とくにCFRP（炭素繊維強化プラスチック）は、軽量で高い機械特性を発揮できることから、大型の面状体の構成材料として検討され始めている。たとえば、航空機用部材として、中、小型飛行機や大型旅客機、軍用機、スペースシャトルなどの一次構造材（胴体や主翼、尾翼、翼リブ等）、二次構造材（フェアリングやコントロールサーフェス、トレーリングエッジ等）への採用、翼状部材（たとえば、大型風車用翼状体等）や大型円周分割曲面部材（たとえば、煙突や煙道用曲面体等）への採用、鉄道車両用部材（たとえば、先頭車両分割部材、旅客車両分割構体等）への採用が検討され始めている。

【0003】このような大型の面状体をFRPで従来方法により成形しようとすると、通常、プリプレグを準備し、高価な両面型、オートクレーブを用いて成形する方法が考えられる。

【0004】しかしながら、このような方法では、著しく高価なオートクレーブ設備が必要になるとともに、高価な大型の高強度両面型、プリプレグ保冷用の冷凍庫なども必要となり、さらに多大な成形工数も必要となるため、成形コストが著しく高くなる。また、各工程それぞれ別個に広い生産スペースが必要になるとともに、成形サイクルが長くなるため、量産性に乏しく、生産性も悪い。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明の課題

は、FRP製大型面状体を、高価な設備を使用することなく安価に製造でき、かつ、比較的狭いスペースでも高い成形効率をもって短い成形サイクルで成形できる、量産性に優れたFRP製大型面状体の製造方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、本発明に係るFRP製大型面状体の製造方法は、片面成形型上に強化繊維基材と樹脂拡散通路形成部材とを配置する配置工程と、成形型の成形面全体をバッグ材で覆うバギング工程と、成形型とバッグ材で囲まれた成形部を吸引により減圧する減圧工程と、成形型を含め成形部全体を熱風により所定の温度に加熱する熱風加熱工程と、前記減圧された成形部に熱硬化性樹脂を注入し、前記樹脂拡散通路形成部材を介して注入樹脂を拡散させつつ前記強化繊維基材に含浸する樹脂注入・拡散・含浸工程と、前記熱硬化性樹脂の硬化に必要な温度に保つ保温工程と、を有することを特徴とする方法からなる。

【0007】このFRP製大型面状体の製造方法においては、上記樹脂拡散通路形成部材としては、シート状の樹脂拡散媒体を用いることもできるし、樹脂通路用溝が形成されたコア材を用いることもでき、それら両方を用いることもできる。強化繊維基材とシート状の樹脂拡散媒体を用いれば、FRPスキン構造を有する大型面状体を成形することができ、樹脂通路用溝が形成されたコア材を用いれば、いわゆるFRPサンドイッチ構造を有する大型面状体を成形することができる。

【0008】本発明において特に効果が得られるのは、たとえば、最大長さ5m以上の面状体を成形する場合や最大幅2m以上の面状体を成形する場合である。また、面積としては、特に、たとえば30~50m<sup>2</sup>程度のFRP製面状体の成形に適用して好適なものである。

【0009】上記強化繊維基材としては、炭素繊維の織物を含むものであることが好ましい。特に90%以上が炭素繊維の織物であることが好ましい。織物の形態であると、広い面積、長尺のものであっても取扱いが容易になり、また、炭素繊維基材として高い機械物性が容易に得られる。炭素繊維の織物としては、一方向性織物（横糸にはガラス繊維や合成繊維糸を用いればよい。）、平織物（扁平糸織物も含む）、綾織物、縞子織物、多軸織物、三次元織物、三次元編組等を使用できる。

【0010】上記強化繊維基材は複数枚積層配置することもできる。この場合、強化繊維基材同士が部分的に互いに固定されていると、広い面積や長尺のものにあっても、それを生じさせることなく、型への賦形を行うことが可能になる。たとえば、予め、積層された強化繊維基材を厚み方向に少なくとも一カ所固定された状態で成形型面に配置することができる。固定方法としては、ステッチ、接着剤（熱可塑性粒子、合成繊維、熱硬化性樹脂

噴霧等）による熱融着か熱硬化を採用すればよい。

【0011】マトリックス樹脂として使用する熱硬化性樹脂として、ガラス転移温度が120℃以上の高耐熱性樹脂を用いることが好ましい。また、良好な拡散、含浸性を得るために、成形時の型温度での粘度が50poise以下の熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。このような高耐熱性樹脂として、たとえば、エポキシ樹脂、ビスマレイイミド樹脂、硬化型ポリイミド樹脂やフェノール樹脂等の高耐熱性熱硬化性樹脂を使用できる。

【0012】また、コア材を用いる場合には、たとえば、100℃加熱状態で真空圧が作用した時の収縮率が5%以下の耐熱性コア材を用いることが好ましい。このようなコア材として、たとえば、塩化ビニル製又はポリメタクリルイミド製のフォームコアやバルサコア等の耐熱性コア材を用いることができる。

【0013】また、樹脂注入、含浸温度と樹脂硬化温度とが20℃以上離れている条件（ステップキュア）を採用することも可能である。また、良好な拡散、含浸性を確保するために、マトリックス樹脂が注入時の型温での粘度が300cp以下の熱硬化性樹脂を使用することが好ましい。

【0014】また、成形型を熱風により昇温させながら樹脂を注入することもでき、成形サイクルを短縮して、より効率のよい量産向きの成形を行うこともできる。注入温度、硬化温度に関しては、たとえば、成形型の温度が100℃以下のときに樹脂の注入を開始し、100℃以上で樹脂を硬化させるような形態を採用することができる。

【0015】このようにキャビティ内を真空吸引して空気を排出しながら良好な拡散、含浸性を確保しつつ、広い面積にわたって注入樹脂を十分に行き渡らせることにより、たとえば、成形体のポイド発生率にて0.2%以下の大型成形品を得ることが可能である。

【0016】熱風による加熱には、熱風循環型加熱オーブンや局部排気型熱風発生機（ブロワーで送風）等を使用することができる。熱風の温度むらとしては、±5℃以下に納めることが好ましい。

【0017】大型の面状体を成形するに際し、複数の減圧吸引口を介して成形部を減圧し、複数の樹脂注入口から樹脂を注入することができる。複数の樹脂注入口からの樹脂注入開始のタイミングをずらすことができ、時間差をもって順次樹脂注入することができる。即ち、樹脂流動は樹脂注入口より遠ざかるに従って、流動抵抗の増加により非線型的に遅くなる。従って、注入口を複数にして、新しく樹脂注入を開始することにより、広い面積、長尺の成形体に対しても、充分対応することも可能で、比較的短時間で樹脂含浸できると共に、また各部位に樹脂含浸されによるポイド等を生じさせることなく、良好な成形形状を確保することが可能になる。また、複数の減圧吸引口や複数の樹脂注入口を適切に配置

しておくことで、比較的複雑な形状や構造を有する成形体に対しても、たとえば、局部的にリブを有するスキン構造体、該リブの一部に開口部分（穴開き部）を有するスキン構造体、サンドイッチ構造部分の周囲がスキン構造をなすサンドイッチ構造体などに対しても、適切に対応できるようになる。

【0018】また、本発明に係るFRP製大型面状体の製造方法においては、注入された樹脂がゲル化するまで吸引し続けるようにすることができ、それによって、より確実に樹脂の拡散を達成できると共に、樹脂から発生する揮発性ガスの残存によるボイドの発生も防止できる。

【0019】樹脂拡散通路形成部材は、そのまま成形品と一緒に成形品内に残すこともでき、成形後に成形品からシート状の樹脂拡散媒体を剥離除去することもできる。樹脂拡散媒体を剥離除去する場合には、樹脂拡散媒体と強化繊維基材との間に、剥離しやすい離型織布であるピールプライを介装しておけばよい。

【0020】このような本発明に係るFRP製大型面状体の製造方法においては、従来のアリプレグ／オートクレーブ方式による成形に比べ、片面型でよく、その型も、真空圧に耐え得るだけの低強度な非金属等の安価な型でよく、かつ、オートクレーブ設備やアリプレグ保冷用の冷凍庫等の高価な不要があり、安価な熱風を加熱熱源とすることができます。また、アリプレグに比べ安価な強化繊維基材を直接使用でき、成形のための工数も少なくて済む。さらに、オートクレーブ設備やアリプレグ保冷用の冷凍庫等が不要であることから、成形用のスペースが少なくて済み、強化繊維基材のレイアップから、樹脂注入、硬化、脱型までを同一の場所で行うことができる。したがって、生産設備費、製造コストを著しく低減できるとともに、比較的狭い場所で大型面状体を成形することが可能になる。

【0021】また、同一場所で賦形から脱型まで行うことができ、所定温度への加熱も熱風を用いて成形型、成形部全体を速やかに加熱できるから、成形サイクルが短くなり、極めて高い成形効率を達成できる。したがって、優れた量産性も同時に達成される。

【0022】また、樹脂注入は真空圧による圧力差（最大1kg/cm<sup>2</sup>）でなされるが、より高圧で樹脂を吐出できれば、一層効果的に樹脂注入が可能となる。そのためには、樹脂槽を成形型面より高い位置に設置すると良い。それによって、流体力学的なヘッド差が増圧できる。

### 【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を、望ましい実施の形態とともに、図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施態様に係るFRP製大型面状体の製造方法の工程フローを示している。図1に示した工程について、順に説明する。

### 【0024】①強化繊維基材準備工程（図示例では、織物基材準備）

たとえば炭素繊維の一方向性織物（横糸にはガラス繊維や合成繊維糸を用いればよい。）を含む各種の織物（平織物（扁平糸織物も含む）、綾織物、縦子織物、多軸織物、三次元織物、三次元編組等）を所定のサイズ、形状に裁断して、成形型面上に配置可能な状態に準備する工程である。この場合、成形用型面とは別の簡易型（例えば、木製や樹脂製型）で製品と近似の形状に予め賦形し固着して置いたり（プリフォーム化）、織物基材を積層し成形型面上に配置した際に生じ易い各基材のずれや乱れを防止するために、全面積の少なくとも一ヵ所において局部的に基材間を固定することもある。その基材の賦形後の固着手段や基材間の固定手段としては、ピンポイント的又はライン状に熱可塑性樹脂粒子を散布したり、熱硬化性樹脂を噴霧を散布したり、また熱可塑性繊維を配置したりして、その後それらの部位を熱プレスする方法を用いることができる。また、上記プリフォーム化において、上記織物基材を賦形する際、該基材に適度の張力（例えば、10cm当たりに200g～500g）を付与して行い、次の固着の際まで該張力を保持するようになると良い。

### 【0025】②樹脂準備工程

マトリックス樹脂としては、耐熱性の高い熱硬化性樹脂、特に加熱することによってガラス転移温度T<sub>g</sub>が100℃以上、望ましくは120℃以上の樹脂を選定することが好ましい。又、樹脂の粘度が成形時の型温度での粘度が2ポイズ以下、望ましくは2ポイズ以下の熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。又、その樹脂の常温時引張り伸度は耐衝撃性や疲労特性の点から3%以上、望ましくは4.5%以上とすることが好ましい。そのような樹脂としては、エポキシ樹脂やビスマレイミド樹脂、熱硬化型ポリイミド樹脂、フェノール樹脂等を使用することができる。上記のような熱硬化性樹脂は、通常、主剤と硬化剤に分けられるが、それぞれを真空脱泡することが好ましい。その場合、泡抜けを良くするために攪拌したり加熱したりすることができる。そして、樹脂注入直前にそれらを緩やかに攪拌して混合する。

### 【0026】③コア材加工・準備工程

サンドイッチ構造体を成形する場合には、所定の溝加工を行ったコア材を準備する。コア材には、100℃加熱状態（望ましくは120℃加熱状態）で真空圧が作用した時の収縮率が5%以下の耐熱性があることが好ましい。コア材としては多孔質やソリッド状のもののどちらでもよいが、外周面から樹脂が浸透しないことが必要であり、フォーム材の場合独立気泡発泡体である必要がある。又、用途によっては、吸湿性の低い材料（例えば、吸湿後の膨潤率が5%以下）が求められる場合がある。具体的な材料としては、塩化ビニル製（たとえば、"クレゲセル"（商品名））やポリメタクリルイミド製（た

とえば、”ロハセル”（商品名）のフォームコアや、それらのフォームコアが詰められたアルミ製ハニカムコアなどが掲げられる。また、木製コアやバルサコア等も適用可能である。

#### 【0027】④成形型面へのレイアップ工程

上記強化繊維基材やコア材を、予め離型剤が塗布された成形型面上にレイアップする。この場合、基材やコア材が動かないように粘着テープや重量物を基材やコア材の端部に置いて仮固定する場合もある。又、コア材と基材の固定のために、スプレー糊や熱硬化性樹脂を適量局部的に噴霧してもよい。

#### 【0028】⑤副資材セット工程

F R P スキン構造を成形する場合、樹脂の流動を容易にするために樹脂流動抵抗の低い網目状からなる樹脂拡散媒体を、そしてその樹脂拡散媒体と基材との間に離型用織布（ピールプライ）を重ねて配置する。又、特にサンドイッチ構造の場合、非型面側の基材とバギング材との間に比較的剛性を有する押圧板（たとえば、ガラス繊維基材で補強した厚さ1～2mm程度の樹脂製プレート）を配置することにより、平滑性を発揮させることもできる。その押圧板は複数枚設けて配置しながら繋ぎ合わせてもよい。そして、真空吸引（減圧吸引）ライン及び樹脂注入ラインをセットする。具体的には開口部を有するライン状機材（たとえば、アルミニウム製C型チャンネル材）を基材の端部周辺に配置し、該ライン状機材の端部に樹脂製チューブを連通させる。

#### 【0029】⑥成形面全体をバギング／内部を真空吸引する工程

成形用基材と副資材を型面上に配置した後、たとえば、それらの外周の型面上にシール用粘着性テープを貼り付け、その上にバッグ材として例えばバギング用フィルムを配置して成形面上の成形部全体を覆う。また、強化繊維基材の体積含有率をより向上させる場合には、樹脂注入後、バッグ内の圧力上昇を防止する効果を発揮するために、更に該バギング用フィルムの外側にもう一重バギング用フィルムを被覆してもよい。又、経済性を高めるためにバッグ材として、再使用が可能なシリコーンゴム製などのラバーシートを用いてもよい。更に、ヒータを内蔵したラバーシートは加熱、保温上より効果的な場合もある。そして、バギングした内部を真空吸引してボイドの原因となる空気を極力排出しておくと共に、真空圧によって基材を押圧して強化繊維基材の繊維体積含有率を高めることが好ましい。そして、その繊維体積含有率が少なくとも45%以上、望ましくは50%以上となるように基材の積層条件を決めることが好ましい。

#### 【0030】⑦成形型全体を熱風加熱する工程

成形型を含め成形部全体を熱風で加熱する。すなわち、注入後の樹脂を硬化するための熱源として、成形型全体を加熱する熱風を適用する。特に、スキン構造体の成形には、型内に熱源を保有しなくとも基材の上面から効率

的に加熱できる。たとえば、成形型全体を加熱オープン内に投入して密閉し、オープン内で熱風を循環させる方法が熱効率が高く最も好ましいが、断熱材で簡易的な部屋を作製して成形型全体を覆い、その中に熱風をプロアード送風する方法でもよい。何れにしても、型の加熱を目標加熱温度に対し±5°C以下（望ましくは±2°C以下）の範囲に納めることが好ましい。熱風加熱により、オートクレーブに比べ、高い経済性を達成できる。但し、既設のオートクレーブがそのまま利用できる場合には、温度斑の点で優れるオートクレーブを利用してもよい。

#### 【0031】⑧樹脂注入・含浸工程

予め脱泡しておいた主剤と硬化剤を容器に入れて空気が混入せぬよう穏やかに攪拌・混合する。そして、たとえば真空吸引を続行しながら樹脂注入ラインに連通したチューブ端を上記容器の樹脂内に投入し、基材を配置した型のキャビティ内に樹脂を大気圧の押圧力で流入させる。該キャビティ内に流入した樹脂は、スキン構造の場合には樹脂拡散媒体内を、サンドイッチ構造の場合はコアに加工した溝内を面方向に流れ拡散するとともに、やがて強化繊維基材内に浸透して行くことによって強化繊維基材内に含浸していく。基材への含浸が終了すると、やがて樹脂は真空吸引ラインへと流出する。本発明におけるように5m以上もの大型成形体を成形する場合、樹脂の注入速度を所定レベルより低下させて、全体への含浸が終了する前に樹脂のゲル化が始まることが生じないように、樹脂の注入ラインを複数にする場合が多い。又、同様に真空吸引ラインも複数にする場合もある。そのように複数のラインを設ける場合、各樹脂注入ラインに樹脂を流すタイミングは必ずしも一定や同時ではなく、未含浸部分が生じないように樹脂の流動状況を観察しながら判断することが好ましい。バッグ材が透明または半透明のものであれば、樹脂の流動状況を容易に観察することができる。

#### 【0032】⑨樹脂を加熱硬化する工程

含浸が終了した後には樹脂注入を停止し、樹脂注入ラインに空気が流入しないように樹脂注入用チューブを完全に閉鎖することが望ましい。その状態で、所定の温度をなす熱風を所定の時間送風しながら成形部全体を加熱し続けることによって、含浸した樹脂を硬化させる。

#### 【0033】(10) 成形品を脱型する工程

加熱硬化後に、F R P 成形品を脱型する。脱型時に変形しないまでに剛性を有していることを確認し、バギング用フィルムやラバーシートを取り除いて成形体を型上より脱型する。樹脂拡散通路形成部材をそのまま成形品内に残すこともできるし、必要に応じて、樹脂拡散通路形成部材、とくにシート状の樹脂拡散媒体を成形後に成形品から剥離除去することもできる。樹脂拡散媒体と強化繊維基材との間に予めピールプライを介装しておけば、容易に剥離除去することができる。

## 【0034】

【実施例】以下に、より具体的な実施例について説明する。まず、成形条件と成形装置の構成仕様について、以下のような実施例を実施した。

(1) 形状 ; 弓形状曲面体（航空機のフェアリング部材を想定）

【0035】(2) 尺寸 ; 長さ=約7m、幅=約5m  
(幅方向の1/3の地点で110°に屈曲)

【0036】(3) 構造 ; ほぼ全体がサンドイッチ構造、周辺の端部100mmがスキン構造

【0037】(4) 基材構成 ; サンドイッチ構造平面部分の基材=東レ（株）製”トレカ”T700クロス×200g/m<sup>2</sup>×6ply（上下側面共）

サンドイッチ構造ウェブ部分の基材=東レ（株）製”トレカ”T700クロス×200g/m<sup>2</sup>×8ply

周辺端部のスキン構造部=東レ（株）製”トレカ”T700クロス×300g/m<sup>2</sup>×10ply

【0038】(5) コア材 ; ポリメタクリルイミド製フォームコア（”ロハセル”）=15倍発泡×厚さ25mm  
幅方向に樹脂流路用に矩形状溝（3mm×3mm；25mmピッチ）をコアの上下面に千鳥状に形成

【0039】(6) 成形型 ; 厚さ10mmでマトリックスがエポキシ樹脂のCFRP製型。架台はアルミニウム製アングル材による枠組み構造体。架台の熱膨張による成形型の変形を防止するために成形型と架台は緩く固定。

【0040】(7) 加熱方法 ; ①「成形型+架台」の全体を「断熱ボード+支持枠体」で形成した保温ボックスで覆う。

②保温枠体の端部に熱風発生機を設置。

③熱風発生機と対極的な位置に、保温枠体の端部に開口部を設け、熱風を熱風発生機にダクトを連通して戻す（熱風循環）。

【0041】(8) 真空吸引 ; レイアップした基材の端部に、アルミニウム製C型材を用いて長手方向ラインヘライイン状に形成。また、長手方向に4分割した地点からT型分岐管を用いて該ラインを脱した真空吸引チューブを派生させている。そして、該チューブは真空トラップを介して真空ポンプに連通している。

【0042】(9) 樹脂注入 ; レイアップした基材の端部に、アルミニウム製C型材を用いて長手方向ラインヘライイン状に形成。また、長手方向に3分割した地点からT型分岐管を用いて該ラインを脱した樹脂注入チューブを派生させている。そして、該チューブはバルブを介して樹脂タンクに連通している。そして、上記樹脂注入ラインを基材の端部の他に幅方向のほぼ中央にも設置。

【0043】<成形方法>長さ7m、幅5m以上からなり、周辺端部100mmだけはCFRPスキン層のCFRPサンドイッチ構造からなる大型曲面状体を以下の方法で成形した。

【0044】(1) 強化繊維基材（東レ（株）製炭素織

維”トレカ”T700クロス）を所定のサイズ、形状に自動裁断機でカッティングし、6プライを積層した後、予め織物の炭素繊維ストランドに挿入されていたナイロン糸をアイロンを用いて、レイアップ時に屈曲部分に位置するところを加熱し溶融させることによって、6プライの基材同士を厚み方向で固着させた。それを2セット分準備した。

【0045】(2) 次に、長手方向と垂直な横断面を示す図2に示すように、成形型10の型面上に強化繊維積層基材12b→フォームコア材13→積層基材12aの順に配置した。そして、その上にGFRP（ガラス繊維強化プラスチック）製押圧板14a、14b（厚さ1.5mm；6枚に分割）を配設した後、アルミニウム製C型チャンネル材を長手方向に並べて樹脂注入ライン17a、17bと真空吸引ライン18を形成した。それぞれのチャンネル材において、樹脂注入ライン17a、17bは3分割に、真空吸引ライン18は4分割に分かれしており、それぞれのラインはT型分岐管で連通されると共に、該T型分岐管のラインと直角方向には樹脂注入用や真空吸引用のチューブ19a、19b、21を繋いでいる。又、樹脂注入ライン17bは幅方向のほぼ中央にも更に1ライン設けている。又、上記基材の間には、樹脂通路用溝（記載せず）が形成されたコア材13を配置している。図3の平面図で各ラインの状況を示す。図3における30は、T型分岐管を示している。

【0046】(3) その後、成形面の全体をバギングフィルム15によって全体を覆い、周囲はシール用粘着テープ16a、16bを用いて完全に真空シールした。そして、真空吸引ライン18に連通したチューブ21や真空トラップ24を介して真空ポンプ25によってバギング内部を真空吸引した。内部は、約6torrの真空中度に達した。

【0047】(4) 次に、架台28を含む成形型10の全体を熱風発生機26によって送風される150°Cの熱風で加熱した。型の周囲は断熱効果の高い断熱ボードとその支持用のスチール細管製支持枠体からなる保温ボックス27で全体を覆っている。そして、熱風発生機26から発生して保温ボックス27内に送風される熱風の熱量（A地点）を有効に利用するために、保温ボックス27の排気口（B地点）から出た熱風は、保温された排気ダクト（記載せず）を通って熱風発生機26に戻るよう構成されている。

【0048】(5) それから、型温度が80°Cに達した時点で、予め脱泡を済ませて混合し注入可能な状態に樹脂槽23a、23b内に準備されていたエポキシ樹脂22のうち、まず樹脂槽23a内のエポキシ樹脂22をバルブ20aを開いて大気圧によって注入開始した。但し、樹脂槽23a、23bは成形型より2m高い位置に配置し、正確には、大気圧より20%高い圧力で注入させた。樹脂22は、樹脂注入ライン17aから反対側の真空吸引ライン18に向かって流动し基材にも含浸し始めていく、やがて中央部に設け

たもう1つの樹脂注入ライン17bに達した頃には樹脂の流速がかなり落ちていた。そのため、次に樹脂注入ライン17a側のバルブ20aを閉じると殆ど同時に、バルブ20bを開放して樹脂注入ライン17b側への樹脂注入を開始した。

【0049】(6)そして、該樹脂注入ライン17bから流入した樹脂22は、やがて真空吸引ライン18を経て真空吸引用チューブ21に到達した。それを確認した後、樹脂注入ライン17b側のバルブ20bも閉じて、完全に樹脂注入を停止した。その時点での型温は既に130°Cに到達していた。

【0050】(7)それ以降は、型温が約130°Cを保つように熱風温度を調節しながら約3hrの間保持し、基材に含浸したエポキシ樹脂を硬化させた。

【0051】(8)樹脂が脱型可能な状態まで硬化していることを確認して各チューブやバギングフィルムなどの副資材を除去し、成形体を型面から取り出した。該成形体を検査したところ、どこにもピンホールやボイドが見当たらぬ極めて良好な成形が行われていたことが実証された。

#### 【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るFRP製大型面状体の製造方法によれば、オートクレーブやプリアレグ保冷用冷凍庫等の高価な設備を使用することなく、簡単な設備で、かつ比較的狭いスペースで、長さ5m以上の大型のFRP製面状体を安価に製造でき、しかも、実質的に同じ場所で成形作業を実施でき、必要な加熱も容易に実施できることから、成形サイクルを大幅に短縮でき、量産性に優れた製造を行うことができ

る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係るFRP製大型面状体の製造方法の工程フロー図である。

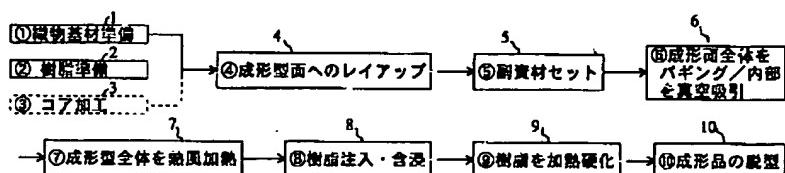
【図2】本発明の一実施態様に係るFRP製大型面状体の製造方法を示す、成形装置の概略横断面図である。

【図3】図2の成形装置の真空吸引ライン、樹脂注入ラインの平面図である。

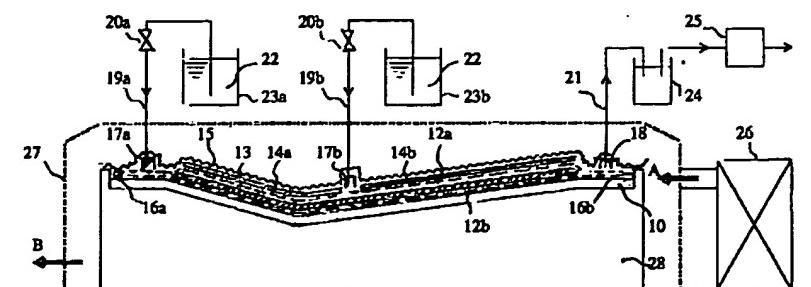
#### 【符号の説明】

- 10 成形型
- 12a, 12b 強化繊維基材
- 13 コア材
- 14a, 14b 押圧板
- 15 バッグ材
- 16a, 16b シール用粘着テープ
- 17a, 17b 樹脂注入ライン
- 18 真空吸引ライン
- 19a, 19b 樹脂注入用チューブ
- 20a, 20b バルブ
- 21 真空吸引用チューブ
- 22 エポキシ樹脂
- 23a, 23b 樹脂槽
- 24 真空トラップ
- 25 真空ポンプ
- 26 熱風発生機
- 27 保温ボックス
- 28 架台
- 30 T型分岐管

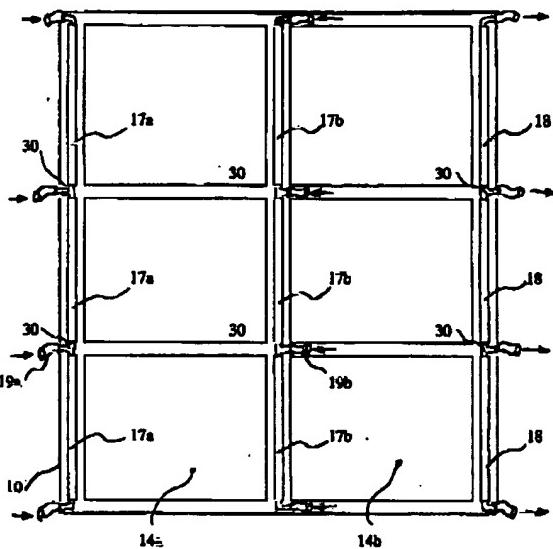
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(51) Int.C1.7

B29L 31:30

識別記号

F I

B29L 31:30

(参考)